

Cara uji emisi formaldehida panel kayu metode ruangan



Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup	1
2 Istilah dan definisi	1
3 Singkatan istilah	1
4 Pengambilan contoh	2
5 Cara uji	3
6 Pelaporan	9
Lampiran A (normatif) Gambar ruangan uji emisi formaldehida	10
Bibliografi	11



Prakata

Standar Cara uji emisi formaldehida panel kayu metode ruangan sangat diperlukan untuk memberikan pedoman kepada pihak terkait agar dapat melakukan uji emisi formaldehida secara konsisten. Penyusunan standar ini dilakukan berdasarkan penelaahan pustaka dan sudah diterapkan dalam melakukan pengujian emisi formaldehida metoda ruangan.

Standar ini disusun oleh Panitia Teknis Kayu, bukan kayu dan produk kehutanan, yang telah dibahas dan disepakati dalam rapat teknis, rapat prakonsensus dan rapat konsensus yang diselenggarakan di Bogor, pada tanggal 2 Oktober – 3 Oktober 2003.



Cara uji emisi formaldehida panel kayu metode ruangan

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan metode cara uji dan pelaporan emisi formaldehida pada kayu lapis, papan partikel dan papan serat berkerapatan sedang.

2 Istilah dan definisi

2.1

emisi formaldehida

jumlah formaldehida yang dibebaskan oleh suatu produk

2.2

laju perubahan udara (*Air Change Rate per Hour, ACH*)

kecepatan perubahan udara per jam

2.3

nisbah muatan (*loading ratio*)

perbandingan jumlah luas permukaan panel uji (tidak termasuk bagian sisi tebal) terhadap volume ruangan

2.4

kayu lapis

suatu produk yang diperoleh dengan cara menyusun bersilangan tegak lurus lembaran venir yang diikat dengan perekat

2.5

papan partikel

produk kayu yang diperoleh dari hasil pengempaan panas antara campuran partikel kayu atau berlignoselulosa lainnya dengan perekat organik serta bahan pelengkap lainnya yang dibuat dengan cara pengempaan mendatar dengan lempeng datar

2.6

papan serat berkerapatan sedang (*Medium Density Fibreboard, MDF*)

papan serat yang dibuat melalui proses kering dengan perekat sintetis dan berkerapatan lebih besar dari 600 kg/cm³

3 Singkatan istilah

PTFE	adalah polytetrafluoroethylene,
NIST	adalah <i>National Institute of Standards and Technology</i> ,
p.a	adalah pro analisis.

4 Pengambilan contoh

4.1 Panel uji

Banyaknya panel uji yang digunakan untuk pengujian emisi formaldehida disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Pengambilan panel uji

Jumlah lembar dalam satu partai	Jumlah muatan
$\leq 3\ 000$	2
$> 3\ 000$	3

Banyaknya panel uji tiap muatan dengan ukuran tertentu yang digunakan untuk pengujian dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{V}{p \times l \times 2} \times r$$

Keterangan:

- n adalah banyaknya panel uji tiap muatan;
V adalah volume interior dari ruangan dengan ukuran minimum 22,65 m³;
p adalah panjang dari panel yang diuji (m);
l adalah lebar dari panel yang diuji (m);
r adalah nisbah muatan (*Loading ratio*), yaitu perbandingan jumlah luas permukaan panel uji (tidak termasuk bagian sisi tebal) terhadap volume ruangan (Tabel 2).

Tabel 2 Nisbah muatan

No.	Nisbah muatan, $\pm 2\%$ (m ² /m ³)
1.	0,95
2.	0,43
3.	0,26
4.	0,13
5.	0,07

CATATAN 1 0,95 m²/m³ adalah nisbah muatan untuk **pengujian kayu lapis** yang diasumsikan bahwa kayu lapis tersebut digunakan pada seluruh dinding ruangan.

CATATAN 2 0,43 m²/m³ adalah nisbah muatan untuk **pengujian papan partikel** yang diasumsikan bahwa lapisan belakang dari papan partikel atau lapisan dalamnya digunakan sebagai dasar untuk seluruh lantai dari suatu bangunan dengan tinggi ruangan sekitar 2,29 m hingga 2,44 m.

CATATAN 3 0,43 m²/m³ merupakan nisbah muatan untuk **papan serat berkerapatan sedang (MDF)**.

4.2 Contoh udara

4.2.1 Peralatan untuk pengambilan contoh udara

- Impinger*;
- rotameter*, 1 l/menit;
- pipa penyaring (*Line filter*), dengan pengering udara sebelum masuk ke *rotameter*;
- tabung PTFE;
- buret, 500 atau 1000 ml (untuk kalibrasi *rotameter*);
- pompa *impinger*.

4.2.2 Tempat pengambilan contoh udara

- Tempat pengambilan contoh udara harus diletakkan minimal pada 2 titik yang sama jaraknya di sepanjang ruangan pada ketinggian antara 1,37 m sampai 1,56 m dan harus ditempatkan paling sedikit pada jarak 61 cm dari tiap dinding interior.
- Pipa pengambilan contoh udara tidak boleh menyerap formaldehida, posisinya tetap (kokoh) selama pengujian berlangsung dan ukurannya sependek mungkin.

4.2.3 Pengambilan contoh udara

- Bersihkan pipa udara pada tempat pengambilan contoh udara selama 5 menit dengan cara mengalirkan udara, karena dikhawatirkan masih ada formaldehida yang menempel pada pipa tersebut.
- Pengambilan contoh udara dilakukan dengan pompa *impinger*. Contoh udara ini ditampung dalam *impinger* yang berisi 20 ml larutan NaHSO_3 1 %.
- Alat pengukur aliran udara disesuaikan dengan nilai hasil kalibrasi.
Kalibrasi *flowmeter* : (1 ± 0.05) l/min selama 30 menit hingga 60 menit.

CATATAN Perbedaan konsentrasi formaldehida dari 2 tempat contoh udara tersebut tidak boleh lebih dari 0,03 mg/l. Jika terdapat perbedaan lebih dari 0,03 mg/l maka dilakukan pengujian ulang dari awal (5.5).

5 Cara uji

5.1 Prinsip

Mengukur emisi formaldehida dari panel kayu yang terlarut dalam larutan NaHSO_3 1% dan membentuk senyawa kompleks berwarna dengan bahan kimia tertentu. Intensitas warna yang timbul sebanding dengan konsentrasi formaldehida yang terlarut.

5.2 Bahan kimia

- HCHO 35% – 40% p.a = formaldehida 35% – 40% p.a = formalin;
- larutan $\text{C}_{10}\text{H}_6\text{Na}_2\text{O}_8\text{S}_2$ 1 % p.a = larutan asam khromotopik 1%, p.a;
- larutan Na_2SO_3 1,0 M p.a = larutan natrium sulfit 1,0 M p.a;
- HCl 0,1 N p.a = asam klorida 0,1 N p.a;
- H_2SO_4 pekat p.a = asam sulfat pekat p.a;
- buffer pH 9,0;
- air suling;
- NaHSO_3 p.a = natrium bisulfit p.a;
- sabun cair.

5.3 Peralatan

5.3.1 Ruangan

5.3.1.1 Bahan ruangan

- Volume interior ruangan minimum 22,65 m³. Gambar ruangan dapat dilihat pada Lampiran A.
- Interior dari ruangan uji ini harus bebas dari sirkulasi pendinginan yang akan menyebabkan terjadinya kondensasi, seperti alat pengatur kelembaban (*dehumidifier*) dengan penampung airnya sebagai hasil kondensasi, dapat menjadikan sarana yang potensial untuk penyerapan/pengumpulan formaldehida yang ada dalam ruangan tersebut. Bila hal ini terjadi maka akan mempengaruhi hasil pengujian.
- Dinding bagian dalam ruangan harus terbuat dari bahan yang tidak menyerap air, seperti: logam tahan karat (*stainless steel*, aluminium dan PTFE). Setiap sambungan pada dinding dan pintu harus dilapisi kertas aluminium (*silver-tape*) untuk mencegah kebocoran.

5.3.1.2 Pengatur udara

- Udara yang masuk ke ruangan berasal dari udara bebas di lingkungan sekitar yang disaring dan mengandung tidak lebih dari 0,02 mg/l formaldehida.
- Penyaringan ini dilakukan melewati suatu kotak penyaring berisi arang aktif, alumina pengaktif yang diisi dengan kalium permanganate (KMnO₄), atau bahan lain yang dapat menyerap atau mengoksidasikan formaldehida.
- Pengaturan udara ruangan ini harus melalui suatu alat pengukur gas yang dikalibrasi atau sistem pengendali aliran udara yang sesuai dengan prosedur NIST.
- Laju kecepatan udara per jam (ACH) atau kecepatan perubahan udara per jam dihitung dengan rumus:

$$ACH = \frac{(V_2 - V_1)}{(t - 0) \times V_{\text{ruangan}}}$$

Keterangan:

- V₂ - V₁ adalah pembacaan pengukur gas (m³/jam);
 t adalah waktu (jam);
 V_{ruangan} adalah volume interior ruangan (minimum 22,65 m³).

- Saluran pipa udara yang masuk ke dalam ruangan dan saluran pipa udara yang ke luar ruangan harus terletak pada dinding yang berbeda dan pada ketinggian yang berbeda pula.

5.3.1.3 Kipas angin

- Ruangan dilengkapi dengan kipas angin, yang diletakkan sedemikian rupa sehingga arah aliran udara harus horizontal dan tidak boleh langsung mengenai panel uji.
- Tujuan penggunaan kipas angin ini adalah agar peredaran udara cukup untuk mencapai tingkat keseragaman formaldehida pada tempat dan ketinggian yang berbeda.

5.3.2 Peralatan untuk pengujian

- spektrophotometer;
- gelas piala 150 ml;
- buret 25 ml;

- d) ph meter.
- e) labu ukur 10 ml, 100 ml, 1 000 ml;
- f) pengaduk bermagnet;
- g) pipet volumetrik 4 ml;
- h) pipet volumetrik 6 ml dan 50 ml;
- i) pipet mohr 2 ml dengan ketelitian 0,01 ml dan 10 ml dengan ketelitian 0,1 ml;
- j) karet pemipet (*Safety bulb*);
- k) tabung reaksi bertutup ukuran 16 mm x 150 mm;
- l) pipet otomatis.

5.4 Persiapan panel uji

- a) Panel uji harus terbungkus plastik untuk menghindari masuknya air atau faktor lainnya yang dapat mempengaruhi hasil pengujian.
- b) Panel uji disusun dengan jarak tiap panel minimal 15 cm dalam ruangan selama (168 ± 3) jam dengan kondisi suhu $24^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban $50\% \pm 5\%$.
- c) Selama pengkondisian emisi formaldehida pada ruang sebelum pengkondisian harus $\leq 0,1\text{mg/l}$.

5.5 Persiapan ruangan

- a) Pada saat ruangan kosong atau sebelum masuk panel uji, harus diuji kandungan formaldehida dalam ruangan. Kandungan formaldehida dalam ruangan pada saat ruangan kosong harus $\leq 0,02\text{ mg/l}$.
- b) Bila konsentrasi formaldehida pada saat ruangan kosong tersebut mendekati $0,02\text{ mg/l}$ maka bagian dalam ruangan harus dibersihkan.
- c) Panel uji yang akan ditempatkan dalam ruangan disusun sedemikian rupa sehingga udara yang mengalir dari sirkulasi kipas angin tidak ditahan oleh tiap-tiap panel uji.
- d) Ruangan dioperasikan pada suhu $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban $50\% \pm 4\%$.
- e) Suhu dan kelembaban diamati dengan menggunakan termohigrograf (*thermo-hygrograph*).
- f) Banyaknya udara yang dimasukkan ke dalam ruangan harus selalu dipantau pada keadaan $(0,5 \pm 0,05)\text{ ACH}$.
- g) Setelah siap pada kondisi yang dipersyaratkan di atas, maka panel uji diletakkan ke dalam ruangan (pada rak yang telah tersedia) selama 16 jam sampai 20 jam.

5.6 Persiapan larutan pereaksi

5.6.1 Pembuatan larutan asam khromotopik 1%

- a) Larutkan 0,10 gram $\text{C}_{10}\text{H}_6\text{Na}_2\text{O}_8\text{S}_2$ dalam air suling yang masih baru, sampai volume 10 ml.
- b) Larutan ini dibuat setiap kali penetapan.

5.6.2 Pembuatan larutan natrium sulfit 1,0 M

- a) Larutkan 12,67 gram Na_2SO_3 anhydrous (Assay 99.5%) pada labu ukur 100 ml.
- b) Kemudian larutkan dengan air suling sampai tanda tera.

5.7 Prosedur

5.7.1 Standardisasi larutan asam klorida 0.1 N

5.7.1.1 Pembuatan larutan asam klorida 0.1 N

- Pipet 8,3 ml HCl pekat, masukkan ke dalam labu ukur 1000 ml.
- Encerkan dengan air suling sampai tanda tera. Kocok hingga homogen secara hati-hati, lalu pindahkan pada botol gelas yang dapat ditutup rapat.

5.7.1.2 Standardisasi asam klorida 0,1 N

5.7.1.2.1 Menggunakan natrium karbonat

- Timbang Na_2CO_3 kering ($0,22 \pm 0,01$) gram, masukkan ke dalam erlenmeyer 500 ml, kemudian tambahkan 50 ml air suling, aduk hingga larut.
- Tambahkan dua (2) tetes metil merah (0,1% metil merah dalam alkohol).
- Titrasasi dengan larutan HCl, sampai timbul warna merah.
- Hentikan titrasi, kemudian panaskan secara perlahan-lahan sampai warna merah hilang (berubah menjadi warna kuning).
- Dinginkan hingga suhu kamar, lanjutkan titrasi hingga tidak berwarna.
- Normalitas HCl dihitung dengan rumus:

$$N \text{ HCl} = \frac{\text{Berat Na}_2\text{CO}_3 \text{ (g)}}{0,053 \times \text{HCl (ml)}}$$

Keterangan:

N HCl adalah normalitas asam klorida;
 Na_2CO_3 adalah natrium karbonat;
 0,053 adalah bobot setara Na_2CO_3 dibagi 1000.

5.7.1.2.2 Menggunakan natrium tetraborat

- Timbang $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ kering sebanyak 0,2 gram, masukkan ke dalam erlenmeyer 500 ml, tambahkan 50 ml air suling, aduk hingga rata.
- Tambahkan indikator metil merah sebanyak dua tetes.
- Titrasasi dengan HCl 0,10 N sampai timbul warna merah muda.
- Catat volume HCl 0,10 N yang dibutuhkan dalam titrasi.
- Normalitas HCl dihitung dengan rumus:

$$N \text{ HCl} = \frac{\text{Berat Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \text{ (g)}}{0,1006 \times \text{ml HCl}}$$

Keterangan:

N HCl adalah normalitas asam klorida;
 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ adalah natrium tetraborat;
 0,1006 adalah bobot setara $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ dibagi 1000.

- Standarisasi HCl ini dilakukan minimal dua kali pengulangan (duplo).

5.7.2 Pembuatan larutan standar A

- Pipet sebanyak 2,7 ml larutan HCHO 35% – 40%.
- Masukkan ke dalam labu ukur 1 000 ml, kemudian encerkan dengan air suling hingga tanda tera. Larutan ini harus digunakan kurang dari 1 bulan.
- Kalibrasi pH meter dengan larutan buffer pH 9,0.
- Pipet masing-masing 50 ml larutan standar A, masukkan ke dalam gelas piala 150 ml, dan pada kedua gelas piala tersebut masing-masing ditambahkan 20 ml Na₂SO₃ 1 M.
- Tempatkan larutan di atas pengaduk bermagnet, celupkan elektroda pH meter pada larutan dan titrasi secara hati-hati dengan HCl 0,1 N sehingga pH menjadi 9,5. Catat volume HCl 0,1 N dan kenaikan pH-nya. Buat grafik pH dengan volume HCl.
- Hitung konsentrasi larutan standar A dengan rumus:

$$\text{mg HCHO / ml} = \frac{V \times N \times 30,03}{50 \text{ ml}}$$

Keterangan:

V adalah ml HCl 0,1 N yang dibutuhkan pada pH 9,5 dari grafik yang dibuat;
 N adalah normalitas HCl;
 30,03 adalah bobot setara HCHO.

- Konsentrasi formaldehida adalah hasil rata-rata dari dua kali pengujian.

5.7.3 Pembuatan deret larutan standar

- Buat larutan standar B dengan cara melarutkan 1 ml larutan standar A dan 1 gram NaHSO₃ ke dalam labu ukur 100 ml dengan air suling. Larutan standar ini stabil selama 1 minggu.
- Konsentrasi larutan standar B dihitung dengan rumus:

$$\mu\text{g HCHO / ml} = \frac{\text{Konsentrasi larutan standar A (mg/ml)} \times 1\,000 \times 1,0}{100}$$

Keterangan:

1 000 adalah konversi mg/l ke µg/ml;
 1,0 adalah volume larutan standar A (ml);
 100 adalah volume larutan standar B (ml).

- Catat hasilnya.
- Sediakan 6 buah tabung reaksi dan diberi label 1,2,3,4,5,6.
- Pipet larutan NaHSO₃ 1 % dan larutan standar B dengan volume masing-masing tabung seperti disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3 Jumlah larutan yang digunakan dalam pembuatan deret larutan standar

No.	Nama tabung	Larutan NaHSO ₃ (1 %) (ml)	Larutan standar B (ml)
1.	Tabung 1	4,0	0,0
2.	Tabung 2	3,9	0,10
3.	Tabung 3	3,7	0,30
4.	Tabung 4	3,5	0,50
5.	Tabung 5	3,3	0,70
6.	Tabung 6	3,0	1,0

- f) Pada tabung 1 tidak ada larutan standar B yang dipipet, selanjutnya disebut larutan blanko.
- g) Tambahkan pada masing-masing tabung 0,1 ml $C_{10}H_6Na_2O_8S_2$ 1%, kemudian kocok.
- h) Pipet 6,0 ml H_2SO_4 pekat ke dalam tabung. Biarkan H_2SO_4 mengalir pada dinding tabung secara perlahan-lahan.
- i) Goyangkan tabung hingga terjadi pencampuran yang homogen, kemudian letakkan tabung tersebut (dengan penutupnya) dalam penangas air dengan air mendidih selama (15 ± 2) menit.
- j) Pindahkan tabung tersebut dari penangas air dan dibiarkan dingin hingga mencapai suhu kamar.
- k) Lepaskan penutup tabung, sehingga tekanan di dalam tabung dapat dibebaskan. Pembacaan absorbansi hanya dapat dilakukan pada saat larutan sudah dalam keadaan jernih.
- l) Ukur absorbansi larutan contoh dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 580 nm. Alat spektrofotometer dinolkan bila pembacaan absorbansi larutan blanko tidak lebih besar dari 0,10. Bila pembacaan absorbansi larutan blanko lebih besar dari 0,10 menandakan larutan blanko mengalami kontaminasi atau pembuatan larutan dilakukan dengan cara yang salah. Jika hal ini terjadi, ulangi pembuatan larutan standar.
- m) Lakukan pembacaan dan catat absorbansi pada panjang gelombang 580 nm dari masing-masing tabung.
- n) Pada alat spektrofotometer dapat dibaca gambar kurva regresi linier dengan persamaan:

$$Y = a + bx$$

Keterangan:

- Y adalah absorbansi;
 a adalah konstanta;
 b adalah koefisien regresi (kemiringan kurva);
 x adalah konsentrasi.

5.7.4 Penentuan jumlah emisi formaldehida panel uji (Ca)

- a) Pipet masing-masing 4 ml larutan dari *impinger* sebagai contoh uji ke dalam dua atau tiga buah tabung berpenutup. Tandai tabung-tabung tersebut dengan nomor 1, 2 dan 3.
- b) Pipet sebanyak 4 ml larutan dari *impinger* lalu masukkan ke dalam tabung berpenutup yang selanjutnya (tabung keempat) dan diberi nomor 4 (digunakan sebagai blanko).
- c) Tambahkan 0,1 ml larutan $C_{10}H_6Na_2O_8S_2$ 1% ke dalam setiap tabung, kemudian kocok sampai tercampur dengan baik.
- d) Pipet 6 ml H_2SO_4 pekat ke dalam tiap tabung, goyangkan kemudian panaskan dengan air mendidih dalam penangas air selama (15 ± 2) menit.
- e) Pindahkan tabung-tabung tersebut dari penangas air dan biarkan selama beberapa saat sampai mencapai suhu ruangan.
- f) Buka penutup tabung untuk membebaskan tekanan dari dalam tabung. Jangan melakukan pembacaan absorbansi jika larutan belum jernih.
- g) Apabila absorbansi dari larutan blanko tidak lebih besar dari 0,10, alat spektrofotometer dinolkan (dibandingkan terhadap air suling sebagai titik nol).
- h) Baca dan catat absorbansi dari masing-masing contoh.
- i) Apabila absorbansi dari larutan contoh lebih besar dari 1,0 ulangi mulai dari langkah pertama analisa larutan contoh, tetapi lakukan pengenceran hingga mencapai selang yang diinginkan. Baca konsentrasi formaldehida pada kurva kalibrasi.
- j) Pengujian dilakukan duplo, hasil yang dilaporkan merupakan rata-rata dari masing-masing pengujian dengan perbedaan tidak melebihi 0,03 mg/l.

5.8 Pernyataan hasil

5.8.1 Konversi volume dari contoh udara menjadi volume udara pada kondisi standar, dihitung dengan rumus:

$$V_s = \frac{V \times P \times 298}{760 \times (T + 273)}$$

Keterangan:

V_s adalah volume udara pada kondisi standar (760 mmHg dan 298°K), (liter);
 V adalah volume dari contoh udara (liter);
 P adalah tekanan barometrik (mmHg);
 T adalah suhu dari contoh udara (°C);
 273 adalah konversi suhu dari celcius (°C) ke kelvin (°K).

5.8.2 Jumlah konsentrasi formaldehida dalam tiap *impinger*, dihitung dengan rumus:

$$C_t = C_a \times F_a$$

Keterangan:

C_t adalah konsentrasi formaldehida dalam contoh (µg);
 C_a adalah konsentrasi formaldehida dalam larutan contoh dari *impinger* yang ditentukan dari kurva kalibrasi (µg);
 F_a adalah faktor dari larutan, dihitung dengan rumus:

$$\text{Faktor dari larutan} = \frac{\text{volume larutan contoh (ml)}}{\text{larutan yang digunakan (ml)}}$$

5.8.3 Konsentrasi formaldehida dalam ruangan, dihitung dengan rumus:

$$C_L = \frac{C_t \times 24,47}{V_s \times 30,03}$$

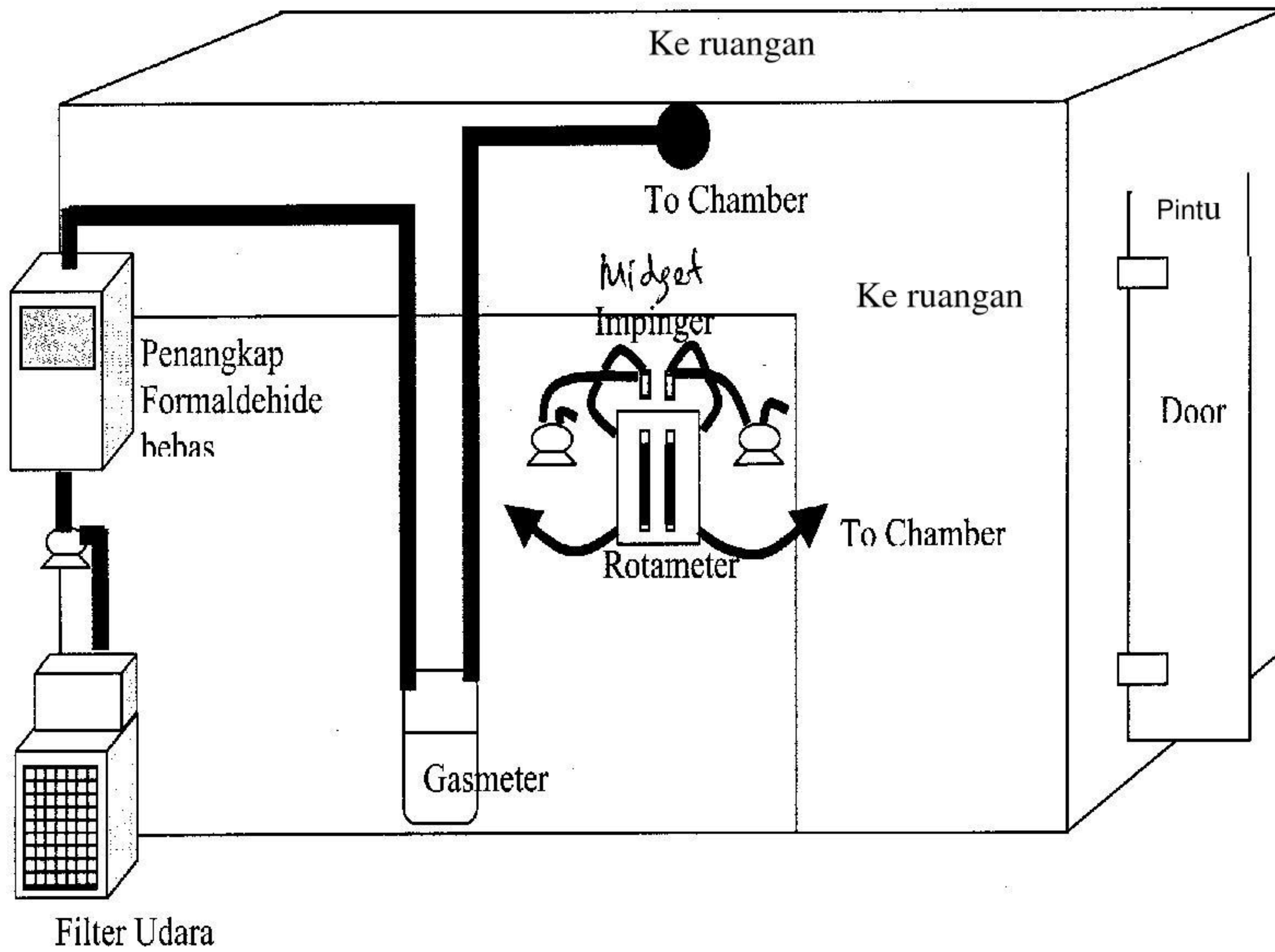
Keterangan:

C_L adalah 1 bagian HCHO per sejuta bagian udara (mg/l);
 C_t adalah konsentrasi HCHO dalam contoh (µg);
 V_s adalah volume udara pada kondisi standar (760 mmHg dan 298°K), (liter);
 30,03 adalah berat molekul HCHO;
 24,47 adalah volume gas HCHO dalam 1 µmol pada 760 mmHg dan 25°C (µl).

6 Pelaporan

- jenis produk;
- tanggal pengujian;
- nomor pengujian;
- hasil pengujian.

Lampiran A
(normatif)
Gambar ruangan untuk uji emisi formaldehida



Gambar A.1 Gambar ruangan untuk uji emisi formaldehida

Bibliografi

American Standard Test Method, ASTM Standard E 741-1983, Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Tracer Dilution

American Standard Test Method, ASTM Standard E 337-1984 (Reproved 1990), Standard Test Method for Measuring Humidity with a Psychrometer (the Measurement of Wet and Dry Bulb Temperature)

American Standard Test Method ASTM Standard E 1333-1990, Standard Test Method for Determining Formaldehyde Level From Wood Products Under Defined Conditions Using a Large Chamber.

SNI 01-5008.2-2000, *Kayu lapis penggunaan umum.*

SNI 03-2105-1996, *Mutu papan partikel.*

SNI 01-4449-1998, *Papan serat berkerapatan sedang.*

